FERIA DE CIENCIAS 1992
ASIGNATURA FISICA

"ESTUDIO NUCLEAR DE ATOMOS RADIACTIVOS Y EFECTOS DE LA RADIACTIVIDAD"

Por: Ludger Suarez Burgoa

FERIA DE CIENCIAS 1992

ASIGNATURA FISICA

Por:Ludger Suárez Burgoa (M-3-c)

Tema: Estudio nuclear de átomos radioactivos y efectos de la radiactividad.

CONCEPTO DEL PROYECTO

Con este proyecto se quiere lograr estudiar los efectos que sufren los átomos bajo perturbaciones físicas. Se desean exponer algunos conceptos sobre la nueva física cuántica, relaciones entre masa y energía; dentro de la radiactividad se desea obtener una imagen clara de elementos radioactivos naturales y radioactivos artificiales y la obtención de éstos,también se demostrará la fórma de identificar un material radioactivo mediante un detector de partículas.
Se hará un pequeño estudio sobre ondas electromagnéticas para poder comprender bien lo que significan los rayos ionizantes como los rayos alfa, rayos gamma y rayos beta.
Al mismo tiempo se deducirán los efectos ionizantes o radiactivos dentro de la materia.
Como conclusión y aparte de los conceptos teóricos se expondrán las distintas aplicaciones de la radiactividad como ser:

- Funcionamiento de la Bomba-A y de la Bomba-H
- Gammametría
- Reactores nucleares

Propósito de los experimentos

Se realizará un experimento para poder observar los rayos alfa, beta y gamma de un elemento radiactivo. Esto será posible mediante la construcción de una cámara de Wilson (Cámara de nieblas).

Dentro de sistemas de medición se construirá un detector de partículas Geiger Mueller, para poder detectar partículas ionizadas.

A si mismo como aplicabilidad de la radiactividad se construirá un aparato de gammametria, cuya aplicación es muy similar a un aparato de rayos X en la medicina.

FERIA DE CIENCIAS 1992

ESTUDIO NUCLEAR DE ATOMOS RADIOACTIVOS Y EFECTOS DE LA RADIACTIVIDAD

Por: Ludger Suárez Burgoa (M3c)

PREFACIO.-

La radiactividad siempre se la conceptúo como dañina y negativa para el hombre, esto talvez porque las primeras aplicaciones de ésta no presentaban un beneficio, sino una destrucción para la humanidad.Hoy en día las aplicaciones de la radiactividad son más que todo muy prósperas ocupando campos en la medicina, agricultura ,biología genética, energética etc.
Los avances más importantes en la ciencia fueron la obtención de nuevos elementos en laboratorio.Se puede hablar del encuentro de la famosa piedra filosofal, ya que por medio del bombardeo de partículas a diferentes elementos se puede obtener oro u otros elementos.No obstante la nueva industria pudo obtener energía a bajo costo (Método de fisión de elementos fisiles).Los nuevos estudios afirman bajo hipótesis que se puede almacenar la energía muchos años en forma de materia y antimateria, una posible pila del futuro.

Los motivos que me indujo para la realización de estas investigaciones se pueden enmarcar en una serie de dudas que se me planteó ya desde hace unos años.
En primer lugar esa posición de desconocimiento hacia éste campo trajo una serie preguntas.
Trataba de entender porque algunos elementos sufren transmutaciones en el núcleo y porque los conocidos rayos alfa, beta y gamma son tan dañinos para el hombre y el medio ambiente.
Las recientes campañas del medio ambiente indujeron incluso más este interés para descubrir estos aspectos.
La famosa ecuación de Einstein sobre la relación de masa y energía, los conceptos de materia y antimateria, las catástrofes de las bombas atómicas, los nuevos postulados de la física cuántica, trajeron en sí ese incentivo que ahora lo represento con esta pequeña rama de estudio.
Por otro lado me llamó la atención el estudio e intento de proceso de industrialización de uranio realizado en Bolivia.

El propósito del estudio es de enmarcar el tema de radiactividad, mostrando con algunos experimentos las diferentes aplicabilidades de este fenómeno.

CONCEPTO DE RADIACIÓN

Se conoce con el nombre de radiación a todas las emisiones de energía, que se propagan por el espacio en movimiento ondulatorio.Una radiación también es la emisión de partículas debido al concepto de onda material que se verá más adelante.

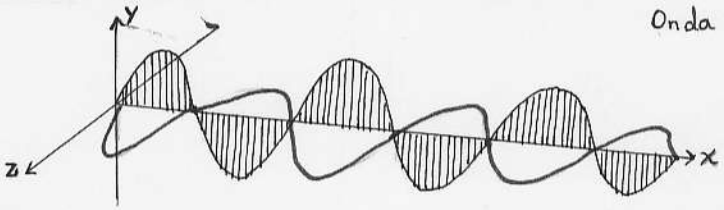
Radiaciones ondulatorias.- Son ondas electromagnéticas, propagación simultanea de un campo magnético y un campo eléctrico, que alcanzan velocidades de propagación de $2,99979 \times 10^8 m/s$.

Según la relación

$$f = \frac{V_p}{\gamma}$$

V_p =Vel. de propagàción
γ =longitud de onda
f =frecuencia

,una onda electromagnética es más penetrante mientras mayor sea su frecuencia, es decir menor sea su longitud de onda. (fig1)



"Existe un campo magnético variable donde se crea un campo magnético."

Como ejemplos de ondas electromagnéticas se tiene:
Rayos luminosos
Rayos Roetgen (rayos X)
Rayos gamma
Rayos cósmicos (rayos ultra gamma)

ORIGEN DE UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA.-

Si se produce un campo eléctrico creciente en un punto, este generará un campo magnético igualmente creciente, a su vez al generarse este campo magnético se generará uno eléctrico de la misma índole del anterior, pero opuesto.Así nuevamente se va generando la onda electromagnética.
La velocidad de propagación de una onda electromagnética

depende del medio ambiente en el que se propague.Si éste medio es un dieléctrico; elementos que no tienen conductividad eléctrica, pero puede existir un campo eléctrico estático;su disminución de propagación esta expresada por la siguiente fórmula.

$$c - kd = c'$$

c'=vel. de propagación en el medio
c=vel. de propagación en el vacio
kd=constante dieléctrica.

Carga eléctrica.-Cantidad de electricidad que lleva un conductor.Si el aire esta electrizado o ionizado se habla de **carga espacial.**

Campo eléctrico.-Cuando un cuerpo electrizado se halla sometido a una fuerza de atracción o de repulsión debido a la presencia de otro cuerpo cargado de electricidad.Este campo eléctrico es inerte al movimiento de electricidad.

Campo magnético.-Engendrado por los movimientos de los electrones (presencia de campo eléctrico).

Las ondas electromagnéticas por ser engendradas por un campo magnético y campo eléctrico son portadores de energía.

Radiaciones corpusculares.-

Se deben a la emisión y propagación de partículas atómicas.
Son más penetrantes aquellas partículas de pequeñisimo valor de masa y de mayor velocidad de propagación.
La velocidad de estas partículas depende de la energía con que esta haya sido engendrada y puede alcanzar hasta la velocidad de la luz.
Las radiaciones corpusculares también son grandes portadores de energía.
Existe una variedad de radiaciones corpusculares, desde la emisión de partículas atómicas como:

Radiación beta ( ).-Emisión de electrones
Radiación alfa( ).- Emisión de dos protones y dos neutrones (núcleo de Helio)

Existen también la emisión de partículas subatomicas, que por su rápida desintegración no tiene una índole de importancia.
Entre estas están la partículas "extrañas" como el mesón(Ka) y el hiperión, que son engendradas en el transcurso de reacciones muy fuertes como de fusión y de fisión.

Hoy en día se le ha dado importancia al estudio de la obtención de antiparticulas para dar al origen de energía de antimateria.

TEORIA CUANTICA (HIPOTESIS DE PLANCK)

Antes se consideraba que la energía de una onda electromagnética era emitida continuamente.
Con la teoría de Planck se ha establecido que la energía de cualquier fuente radiante tiene lugar de manera discontinua. Cada diminuta proporción de energía engendrada discontinuamente de cualquier fuente de radiación se llama **cuanto de energía** (fotón).

Planck determinó:
-La energía de una onda electromagnética individualmente puede tener cualquier magnitud de energía mayor que cero.
-Cada oscilador (oscilador eléctrico microscópico, es decir electrones), puede tener ciertas energías que están dadas por la fórmula:

$$E = nhf$$

h=Constante de Planck
f=Frecuencia
Donde expresa que esa energía del oscilador de frecuencia (f) salta de niveles expresadas por nhf, donde la constante de Planck tiene el valor de $6,626 \times 10^{-27}$ erg/seg.
Como se observa (n) es número entero por lo tanto no puede existir un aumento o disminución de energía exactamente progresiva, sino que existe una variación a saltos, por ejemplo varia de

E=hf, 2hf, 3hf, 4hf,.....,nhf (n=entero)

Por lo tanto la energía total de un oscilador varia súbita y discontinuamente.
Un oscilador puede emitir y absorber cuantos de energía hf.

Concepto de ondas materiales.
Una onda material es una onda electromagnética que esta considerada como una onda radiante corpuscular.O viceversa, una onda corpuscular considerada como una onda electromagnética, debido a que las partícula subatomicas son tan diminutas que pueden describir un movimiento ondulatorio.Por lo tanto las teorías de Planck sobre la energía en una onda electromagnética son validas también para las ondas corpusculares.
Para ello desde ahora una radiación corpuscular actúa como onda electromagnética.Esta por lo tanto se refleja, se

refracta, se polariza etc.

Energía de absorción y de emisión

Tomando como ejemplo dos átomos ,uno de ellos radiactivo, donde emite una onda material, y otro de ellos que absorbe una de éstas.

Al emitir el átomo una partícula de cualquier índole, éste esta expulsando una cantidad de energía en forma de onda electromagnética, debido al concepto de onda material.

Según la ecuación de Planck esta energía esta relacionada por

$$E = hf$$

En esta emisión la energía inicial del átomo (E_o) disminuye en una cantidad hf por lo tanto:

$$E_f - E_o = hf = E$$

E_f=Energía final después de la emisión

E_o= Energía inicial

Para emisión de rayos gama que tiene una frecuencia entre 3×10^8 Hz a 3×10^{22} Hz

$$hf = 6,626 \times 10^{-34} \text{ joul/s} \cdot 3 \times 10^8 \text{ Hz}$$

$$E = hf = 1,9878 \times 10^{-25} \text{ joules} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \times 10^{-19} \text{ joules}}$$

$E = 1,242375 \times 10^{-6}$ eV eV= electro-volt

Energía de un rayo gamma de frecuencia 3×10^8 Hz expresada en eV.

En la absorción de ondas materiales la ecuación se torna contraria donde la energía final aumenta en un valor (hf) de la energía final.

$$E_f = E_o + hf$$

Equivalencia entre materia y ondas según Einstein.-
(Obtención de la frecuencia de una emisión corpuscular)

La famosa ecuación de Einstein que expresa:

$$E = m \cdot c^2$$

se la ha caracterizado para cuerpos de masa (m) que alcanzan

grandes velocidades o para cuerpos de masa muy pequeña.Esta ecuación se opone en cierta forma a la segunda ley de Newton donde expresa que la aceleración de un cuerpo de masa (M) depende de la fuerza que se le es aplicada.
La masa de aquel cuerpo es constante.

$$a = \frac{F}{m}$$

a= aceleración
F= fuerza
m= masa

Con la nueva ecuación de Einstein se determina que la masa puede variar a medida que el cuerpo alcanza grandes velocidades y si esto varía, también varia su energía.En otras palabras la masa es energía y la energía es masa.

La energía de una partícula en una radiación corpuscular se puede expresar con la ecuación:

$$E = mc^2 \quad ①$$

Donde E es la energía de un cuanto en dicha radiación.
También se a expresado la energía de un cuanto como

$$E = hf \quad ②$$

Por lo tanto la energía de un cuanto en dicha onda material será ① y ②

$$E = mc^2 = hf \quad ; \quad f = \frac{mc^2}{h} \quad ③$$

y como se sabe que

$$f = \frac{V}{\lambda} \; ; \; \lambda = \frac{V}{f}$$

f= frecuencia de onda
V= velocidad de propagación
λ = logitud de onda

C=V (Debido a que en estas ondas su propagación alcanza $2,99979 \times 10^8$ m/s)

Remplazando f de ③

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{mV}} \quad ④$$

mV = momento del fotón
cantidad de movimiento

Esta expresión nos permite calcular la longitud de onda que poseerá una partícula al ser expulsada de un núcleo atómico.

Efecto Compton.-

Las radiaciones que emiten los elementos radiactivos son transportadores de energía es por eso que cuando estas se propagan por algún medio, ionizan dicho medio, es decir dan una parte de su energía al medio de propagación.Esto se debe al llamado Efecto Compton que se explicó a principios de este

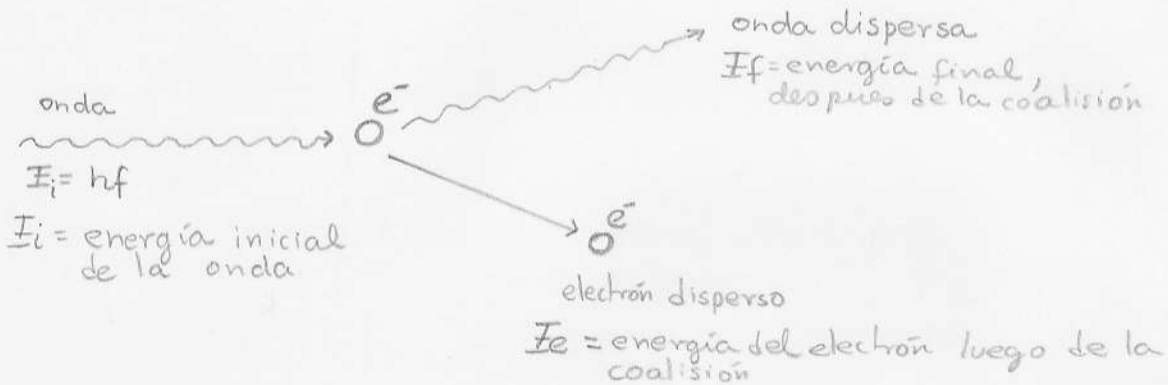
siglo.

Supongamos una radiación gamma (onda electromagnética), que se propaga en la atmósfera.
La atmósfera al ser un conjunto de gases presenta electrones que están dispersos unos a los otros. (electrones libres)
Al incidir la onda electromagnética sobre un electrón se produce una coalisión entre electrón y cuanto (fotón).
Un cuanto de energía de aquella onda tiene una energía hf.

Se observa que en la coalisión de dos masas, ya que el fotón tiene una masa expresada por la ecuación

$$m = \frac{h}{\lambda V}$$ proveniente de la Ecc. ④

El electrón que se consideraba antes de la coalisión en reposo, es lanzado con una energía captado del fotón y velocidad adquirida.
En la coalisión se desvían tanto el electrón libre como el fotón. (fig2)

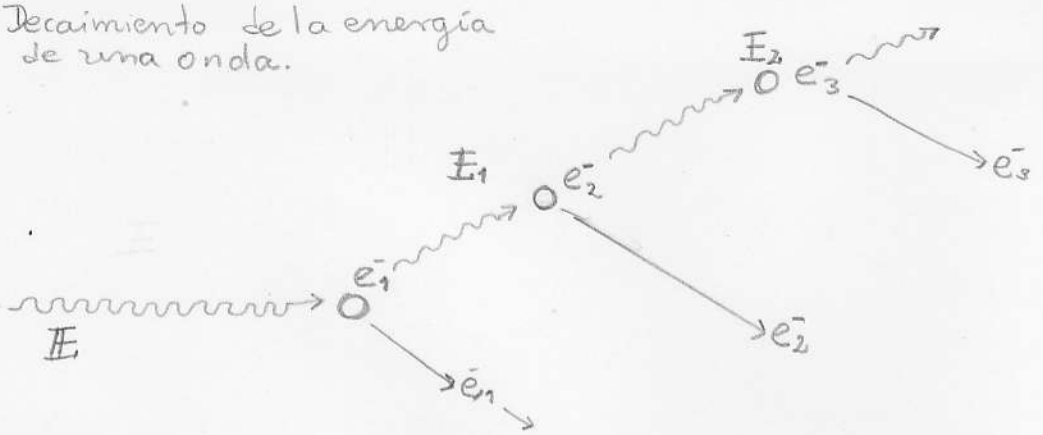


El electrón tiene una cierta energía absorbida por la coalisión, y la onda dispersa tiene una energía menor a la inicial. Por lo tanto

$$E_e = E_i - E_f$$

$$E_e = hf'$$ f' = frecuencia del la onda del electrón.

Decaimiento de la energía de una onda.



$$E > E_1 > E_2 \ldots\ldots > E_n$$

El rayo disperso de menor energía al primer rayo incidente hace una segunda coalisión con otro electrón y la reacción es la misma a la anterior: existe una expulsión del electrón y a su vez el desvio del rayo disperso.
La energía del rayo disperso (rayo disperso de rayo gamma) es un cociente del rayo incidente, este tiene menos energía para hacer coalisión con un siguiente electrón y al cavo de un buen número de coalisiones esta energía inicial abrá reducido tanto que se puede perder por completo.
Es por eso que las radiaciones de cualquier índole tienen en algún punto del espacio a disminuir su proporción de energía.Por ejemplo los rayos gamma se pierden en unos 2 metros de blindaje de plomo.
La atmósfera y cualquier otro medio de propagación ofrece una "resistencia " a las trayectorias de la radiaciones.Dentro del campo de radiactividad se halla un coeficiente de absorción masica que expresa la cantidad de radiación que absorbe un cuerpo de espesor(x).

Como segunda conclusión de este efecto se puede observar el proceso de ionización por las radiaciones que experimenta un medio.
Al hacer coalisión el fotón con el electrón, éste le esta dando un movimiento, esto implicará un proceso de ionización del ambiente, porque al haber movimiento de electrones convertirá al medio como conductor, además el medio ambiente habrá adquirido una cierta cantidad de energía.

La ionización de la atmósfera u otro gas es uno de los principios que se basa el detector Geiger Mueller y la cámara de nieblas.

CONCEPTO DE RADIACTIVIDAD.-

Se conoce con el nombre de radiactividad a la actividad de un cuerpo en emitir radiaciones.
En la vida cotidiana se puede decir que un cuerpo que emite calor es radiactivo por ese instante, debido a que emite radiaciones calorificas, no obstante se le acredita este nombre a los elementos que constantemente emiten radiaciones de tipo corpuscular, debido a la desintegración espontanea de sus núcleos atómicos.
Estos se llaman elementos radiactivos.

La radiación que emiten estos cuerpos naturalmente son tres:

-Radiación alfa: Esta una radiación corpuscular compuesta de la emisión de dos protones y de dos neutrones (un núcleo de He).Al ser emitida esta radiación el núcleo inestable pierde dos neutrones y dos protones, para lo cual su núcleo se ha convertido en uno nuevo ya que su número atómico ha variado.
Tiene una carga positiva.
Por ejemplo:

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + \alpha$$

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

El $^{238}_{92}U$ se convierte en $^{234}_{90}Th$ (talio) cuando este emite una partícula alfa.

-Radiación beta:Esta también es una radiación corpuscular determinada por la emisión de <u>electrones del núcleo atómico</u>.Esta emisión no es una perdida de electrones de su órbita, sino que en el núcleo un neutrón compuesto de un electrón ($^{-}\beta$) y un positron ($^{+}\beta$) se transmuta dando lugar a la formación de un protón y a la expulsión de un electrón.
Tiene una carga negativa.

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{238}_{93}Np + {}^{-}\beta$$

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{238}_{93}Np + e^{-}$$

Np= neptunio

-Radiación gamma.-Esta se la considera como una radiación electromagnética y se debe a la emisión de energía del núcleo.
Tiene una carga neutra.

Al emitir este tipo de radiaciones el átomo esta cambiando de

configuración, es decir esta cambiando sus propiedades físicas para convertirse en otro.
La radiactividad en los elementos se debe a la inestabilidad de los núcleos atómicos, esto debido a que el núcleo es muy pesado o la relación entre protones y neutrones difiere mucho de uno.

Decaimiento de desintegración radiactiva.-

Se llama como decaimiento de desintegración a la sucesión de transmutacionmes contiguas de átomos inestables hasta llegar a un elemento estable que en casi todos los casos es el Pb.

Cada elemento tiene una diferente sucesión de decaimiento y cada una de estas sucesiones diferentes se las llama familias radiactivas.
En la naturaleza se han encontrado tres tipos importantes de familias radiactivas estas son la del Torio, la del Uranio - Radio y la del Actinio. (fig3)

Decaimiento nuclear y vida media.-

Se llama vida media de un elemento radiactivo al lapso de tiempo que necesita para transformarse totalmente en el elemento que le sigue en su serie de decaimiento radiactivo.

El **período de semidesintegracion** es le tiempo para que la mitad de los nucleones de un elemento se hayan desintegrado (transmutado).Este período de semidesintegración puede variar entre la billonésima de segundo hasta los cienmillones de años.
El período de semidesintegración se expresa por la siguiente fórmula:

$$N = N_o \cdot e^{-\lambda t} \quad ①$$

N =Número final de nucleones de un elemento
N_o=Número inicial de nucleones de dicho elemento
λ =Constante de desintegración
t =Período de semidesintegración

(λ) Constante de desintegración es propia de cada elemento y mide el número de átomos transmutados en un segundo.

La mitad de los nucleones de un elemento se desintegran en un tiempo (t=período de semidesintegración)
Es decir que

② $N = \frac{N_o}{2}$ en el tiempo t

Remplazando ② en ①

$$\frac{N_o}{2} = N_o \cdot e^{-\lambda t} \; ; \quad \frac{1}{2} = e^{-\lambda t}$$

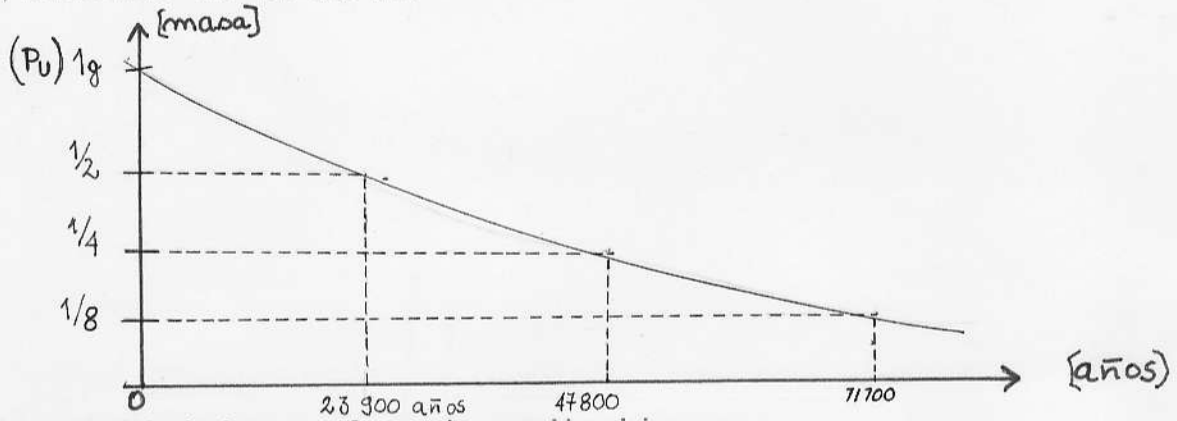
$$\ln \frac{1}{2} = -\lambda t$$

$$t = -\frac{\ln \frac{1}{2}}{\lambda}$$

$$t = \frac{0,6931}{\lambda}$$

El periodo de semidesintegracion es igual al negativo del ln de $\frac{1}{2}$ sobre la constante de semidesintegración.

Por ejemplo se tiene un gramo de Pu (plutonio), para que la mitad de su masa se transmute a otro elemento tienen que pasar 23.900 años. Para que se desintegre la cuarta parte de este elemento se necesitan 2(23.900) años y así sucesivamente hasta que todo el elemento se transmute a un elemento siguiente a su serie radiactiva. Pero la mayoría de los casos el siguiente elemento de la serie es también inestable y tendrá que transcurrir un determinado tiempo para que pase al siguiente elemento de la serie.



Actividad de un elemento radiactivo.-

Se conoce como actividad de una muestra radiactiva al número de núcleos que se desintegran en la unidad de tiempo.
Un elemento radiactivo se desintegra en un lapso de tiempo (período de semidesintegracion) no obstante si se tiene dos mismos elementos radiactivos puede que sea su actividad de desintegración diferente debido a que uno sea más "antiguo" que otro. Para ello es necesario medir la actividad de cada elemento radiactivo, que es diferente para cada muestra y al obtener ese valor se debe anotar la fecha de medición para luego poder estimar la nueva actividad del átomo luego de un transcurso de tiempo. Esto se logra con la formula de semidesintegración.

La actividad de una muestra se determina con la ayuda de un contador de partículas y con la siguiente formula:

$$A = \frac{N}{t\ (seg)}$$

(Bq)

N=Número de núcleos desintegrados
t=Tiempo de conteo de desintegraciones
A=Actividad de la muestra radiactiva medida en (Bq=Bequerelio que es igual a un impulso por segundo)

El Bequerelio (Bq) es la unidad de actividad que actualmente se esta utilizando.Antes se utilizaba el Curie (Ci) que equivale a $3,7 \times 10^{10}$ Bq.

Probabilidad de desintegración.-

El átomo radiactivo puede emitir cualquiera de las partícula anteriormente explicadas.La desintregración es el instante donde se emite una cantidad de cuantos.

Cada partícula que sale del átomo se la denomina cuanto o fotón.La probabilidad de desintegración expresa el número de fotones (cuantos) que emite un átomo radiactivo en 100 desintegraciones.
No siempre un átomo emitirá un cuanto por desintegración, existen casos que emiten más cuantos por desintegración.
La energía de cada cuanto tampoco será la misma.
La probabilidad de desintegración se mide en porcentaje.

Por ejemplo se ha extraído de tablas la probabilidad de desintegración de los elementos con los que se han trabajado en el estudio.

ELEMENTO	EMISION DE RADIACION	PROBABNILIDAD	ENERGIA
AM	gamma	36%(36 cuantos/ 100 desint)	0,060 (Mev)
		0.04%	0,101
		6↑10↑-4%	0,208
		8x10↑-4%	0,335
		4x10↑-4%	0,37
	alfa	85%	5,49

CO	gamma beta	100% 100% 0,12% 99%	1,173 1,332 1,48 0,314
NA 22	gamma beta	180% 100% 0,05%	0,511 1,275 1,820
SR 90	beta	100%	0,546

Este cuadro expresa para el Am241 por ejemplo que existen 5 emisiones de rayos gamma de diferente número de cuantos/100 desintegraciones.
Así mismo halla la emisión de rayos alfa de energía 5,48 Mev que emite 85 cuantos por 100 desintegraciones.

Como existen muchas emisiones de la misma índole en un mismo átomo se toma como medida de valor el mayor porcentaje de probabilidad con su mayor energía.Esto ayuda a diferenciar el tipo de emisión que cada fuente tiene.

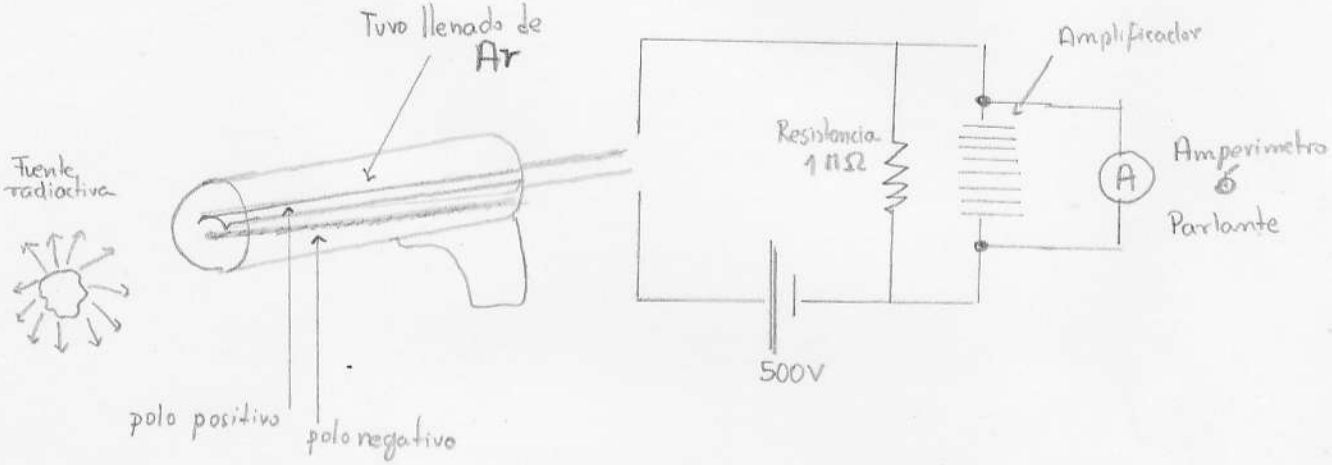
INSTRUMENTOS DE MEDIDA.-

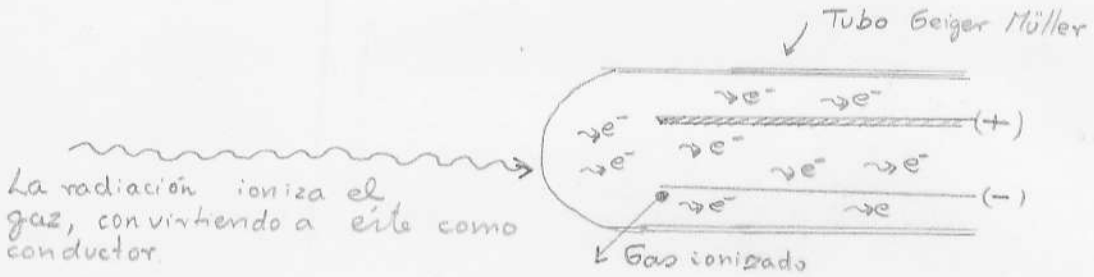
Los siguientes instrumentos de experimentación son los más importantes y por su utilidad.Se ha tratado de construir en el experimento el detector de partículas Geiger-Mueller y visualizador de trayectorias de las radiaciones con la Cámara de niebla o Cámara de Wilson.

DETECTOR GEIGER MUELLER.-

El detector Geiger-Mueller es un instrumento que sirve para contar las partículas electrizadas de las radiaciones naturales o artificiales.
Este instrumento consta de un tubo hermético en el cual esta encerrado un gas noble, en este caso Argón.Dentro del tubo se encuentran dos terminales de conductores las cuales están separados.(Fig.)
Entre las dos terminales existe una diferencia de potencial entre 300 a 500 voltios obtenido de un generador de alta tensión.
Cuando se acerca este instrumento cerca de un cuerpo

radioactivo, el gas enrarecido es **ionizado** por las partículas alfa y beta ,las cuales constituyen al gas un aspecto conductor.
A través de él circula una corriente en forma de impulsos eléctricos .Estos impulsos eléctricos pueden ser amplificados. Del amplificador se conecta a un amperimetro, quien marcará lps impulsos eléctricos.(Impulso eléctrico= Corriente de brevísima duración).





La intensidad de corriente que se genera es muy baja ya que el gas como conductor ofrece una gran resistencia.

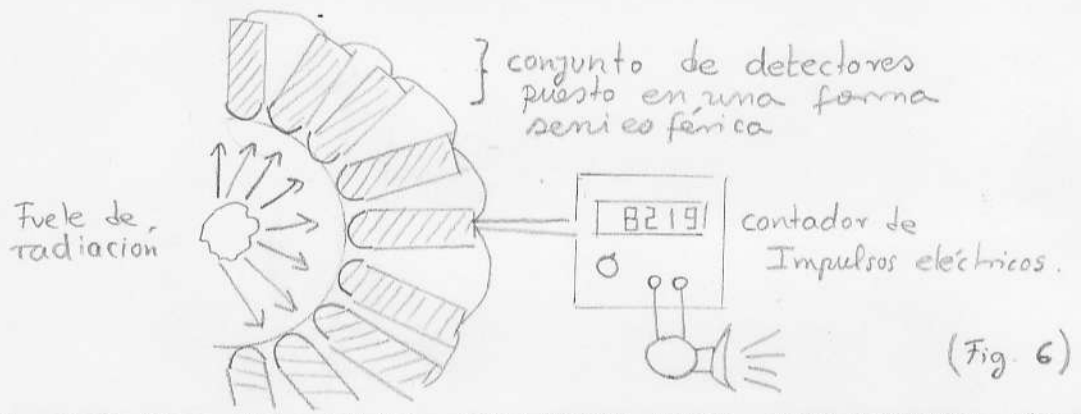
<u>Formación de impulsos eléctricos en el detector.-</u>
Por la alta tensión de las terminales, los electrones son rápidamente atraídos por el polo positivo de la terminal, en brevísimos lapsos de tiempo los electrones constituyen un conductor junto con el gas antes de llegar al polo positivo, donde se neutralizan y no constituirían el conductor deseado.

Así se producen los impulsos eléctricos y el objetivo del detector de partículas es de contar los impulsos eléctricos en un determinado lapso de tiempo.Si la radiación es muy intensa los lapsos de conductividad en el tubo serán más amplios.
Si el Contador Geiger se lo conecta a un alta voz se podrá notar los impulsos en una forma auditiva.
Si la radiación es intensa se escucharán ruidos continuos con lapsos de interrupción casi imperceptibles.

Error de medición de los contadores de partículas

El contador no cuenta en realidad la actividad de la muestra radiactiva , sino cuenta los impulsos eléctricos que se producen debido a la ionizacion del gas.Para ello se saca la eficiencia del detector.
Esto depende de la precisión de cada detector.La mayor eficiencia que un detector puede alcanzar es que cuente un impulso por desintegración.Sin embargo esto es casi imposible; ya que a veces las desintegraciones son más rápidas que un impulso puede admitir.

En la mayoría de los casos un detector cuenta muchas desintegraciones como un impulso.
No obstante también existe otro factor que hace al detector impreciso.Las radiaciones de una fuente no salen en una sola dirección, entonces el detector no capta en realidad todas las desintegraciones de la fuente sino solo una parte de éllas.Es por eso que se han inventado detectores de captación semiesférica para superar este problema (fig6)



(Fig. 6)

El detector que se ha utilizado como instrumento de medida solo cuenta impulsos y se debe hacer una transformación a actividad radiactiva (Bq).
Según las muestras radiactivas con las que se trabajaron se tiene en los catálogos de compra que el Am 241 tiene un actividad de 9 micro Ci (Ci).
Este valor seguirá siendo casi constante debido a que su constante de semidesintegracion es de 470 años.
Por lo tanto si en las medidas se han obtenido valores de 0,6614 Imp/seg se procede a hacer la regla de tres

0,6614 Imp/seg --------> 9 micro Ci
1 Imp/seg ---------> micro Ci

Entonces la eficiencia del detector es de [ ] (sin contar los defectos de captación de radiaciones y precisión del detector).

CAMARA DE WILSON, CAMARA DE NIEBLAS .-

La Cámara de Wilson o también llamada Cámara de Nieblas es un instrumento que sirve para visualizar las trayectorias que recorren las partículas que emiten los preparados radioactivos, es decir visualiza las trayectorias de los rayos alfa , beta y gamma.

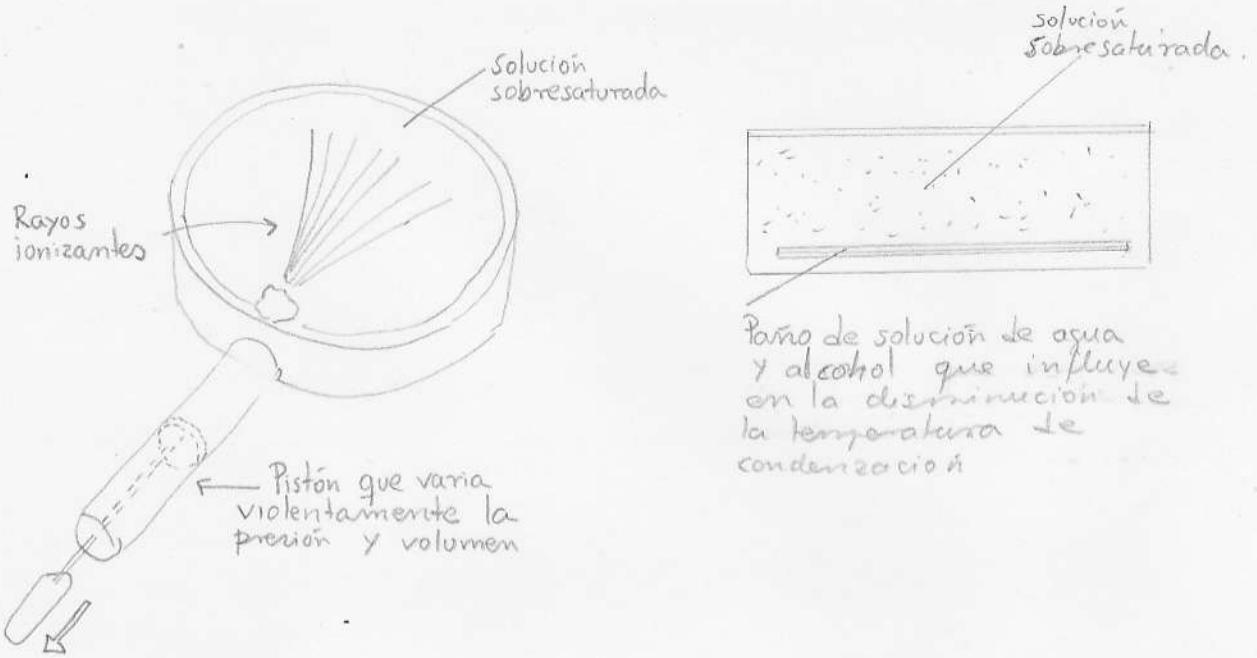
Consiste en una cámara hermética de expansión que encierra agua diluida en alcohol. Se trata de obtener cambios adiavaticos de presión dentro de la cámara para poder obtener así mismo un cambio brusco de la temperatura.Esto producirá una sobresaturación de la solución.(Fig.)
Este cambio adiavatico de presión se obtiene mediante el cambio brusco del volumen de la cámara para poder así obtener una disminución de presión que implicará la disminución de la temperatura.En el caso del experimento un pistón es expandido para así aumentar el volumen de la cámara.
Al aumentar el volumen la presión disminuye y la temperatura rebaja.En ese instante las moléculas de la solución se encontraran en sobresaturación.

La cámara de Wilson se basa en los conceptos que encierran la formación de nubes en la atmósfera.
La solución dentro de la cámara se halla a una temperatura atmosférica relativamente cálida, donde se tiene una cierta concentración de vapor de agua.Si la temperatura aumenta podrá admitir más vapor.

Al disminuir la presión violentamente disminuye también la temperatura, sobresaturando la solución de agua alcohol y vapor de agua, es decir que la solución de agua y alcohol no admite al vapor de agua a esa temperatura y presión.

Aparentemente al disminuir la temperatura de la cámara, el vapor de agua debería condensarse en agua, pero debido a que no existen núcleos de condensación (partículas condensadoras) ,esta solución no puede experimentar la condensación del vapor de agua.
La partículas ionizantes son muy importantes para la condensación de vapor ,si no existen éstas puede existir una solución saturada conteniendo hasta seis veces la cantidad de vapor sobresaturante sin que se produzca la condensación.

En nuestro caso las partículas o núcleos condenzadores constituirían los rayos alfa y beta del preparado radioactivo, quienes condensan el vapor de agua.Las trayectorias de estos rayos son visibles gracias a las pequeñisimas burbujas que ofrece la condensación del vapor de agua.



Unidades de medida relativas a la radiación.-

-Curie (Ci) =Cantidad de substancia radiactiva donde se producen 3,71x10↑10 desintegraciones por seg.

-Rad (R) =Unidad de dosis de radiactividad absorbida por un cuerpo, que es igual a la cantidad de irradiación que da una energía de 100 ergios a cada gramo de materia irradiada.

-rem (rem)=Unidad empleada para medir la dosis de irradiación a 93 ergios por gramo de tejidos orgánicos.

(Sv)Sievert es la equivalencia del rem donde 100rem=1Sv 1Sv=joule/kg.

Experimentos con radiactividad.-

Para completar el estudio de de radiactividad se realizaron varios experimentos que pudieron comprobar lo que la teoría ofrece.

Entre los experimento están:

-La medición del valor medio de radiación de la muestras radiactivas (Am 241, Co 60, Na 22 y Sr 90).

-Obtención del valor medio de radiación de la atmósfera (efecto cero de la atmósfera)

-Relación entre irradiación y distancia hacia la fuente

-Coeficiente de absorción másica (penetración de la radiación a trabes de blindajes de Pb)

-Desviación de los rayos alfa en un campo magnético

Todas las mediciones se han tratado de hacer con la mayor precesión pero debido a los errores que siempre presenta una medición y sobre todo los defectos que se aclararon sobre la precesión del Detector Geiger Mueller no se podrán obtener resultados exactos.

Medición del valor medio de radiación de las muestras Am 241, Co 60, Na 22, Sr 90.-

El valor medio de radiación es un número que determina la cantidad de desintegraciones que se generan en un segundo, es decir expresa la actividad de la muestra.En nuestro caso expresaremos este valor en impulsos/seg.

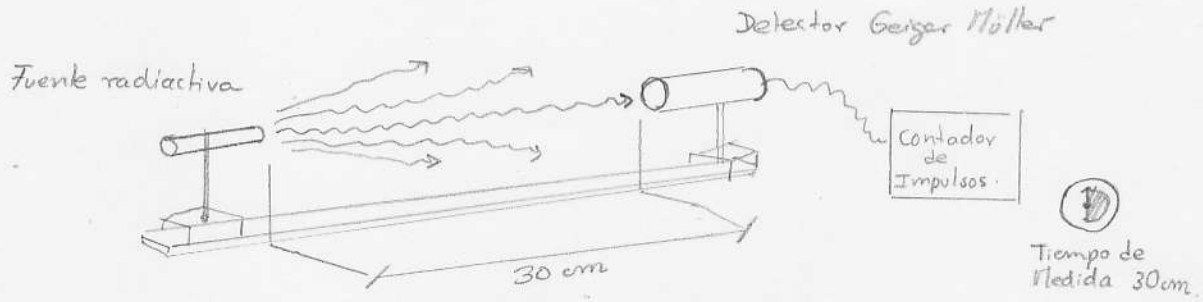
Procedimiento y montaje.-

Para la medición de el valor medio de radiación se utilizaron los siguientes materiales:

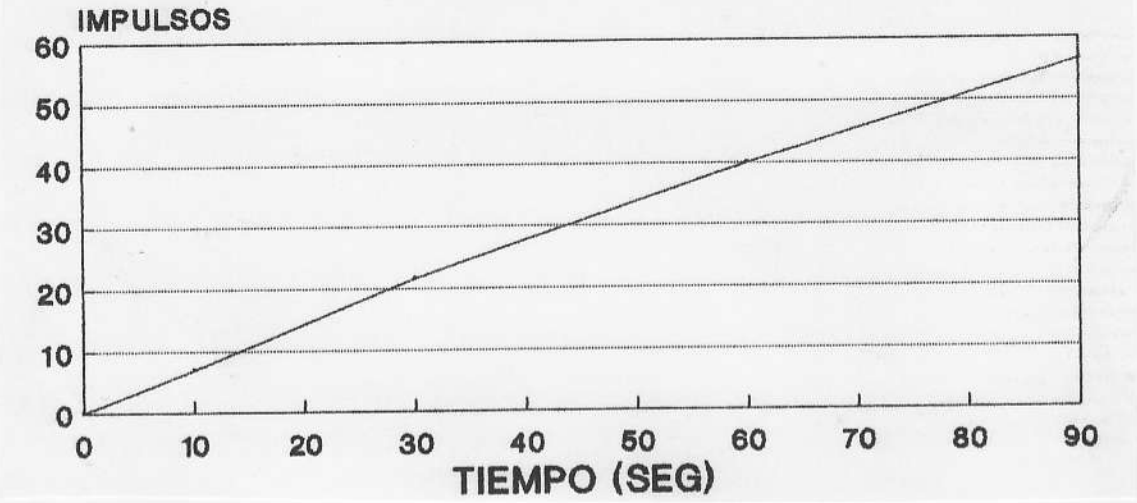
-Detector Geiger Mueller
-Contador de impulsos eléctricos
-Cronómetro
-Regla
-Fuente de radiación

El detector transmite los impulsos que capta al contador de impulsos el cual registraba dicho número.
El cronómetro se lo utilizó para controlar el tiempo de medición ya que se debe contar la cantidad de impulsos en un determinado tiempo.En esta medición se han tomado tiempos de medición variable.

La fuente estaba a una distancia constante del detector, ya la radiación va perdiéndose más a medida que recorre un medio.



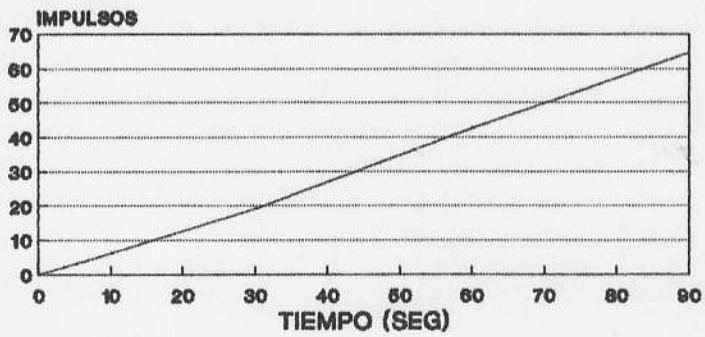
AMERICIUM 241



Fuente: Americium 241
Distancia al detector:30 cm
Número de mediciones por valor de tiempo: 3
Tiempo variable de medición:10, 30, 60, 90 seg

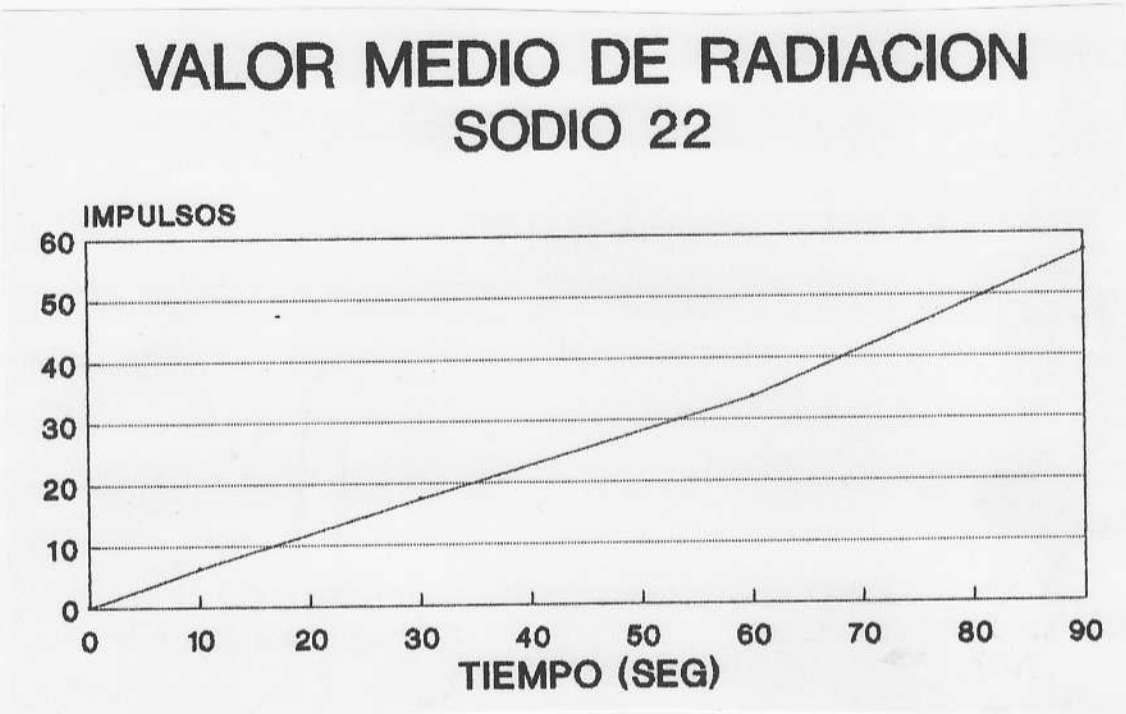
tiempo	impulsos			imp/seg=Valor medio
10 seg	9	8	4	
30	22	18	25	
60	35	41	44	
90	55	58	56	

VALOR MEDIO DE RADIACION (Z)
COBALTO 60



Fuente: cobalto 60
Distancia al detector:30 cm
Número de mediciones por valor de tiempo: 2
Tiempo variable de medición:10, 30, 60, 90 seg

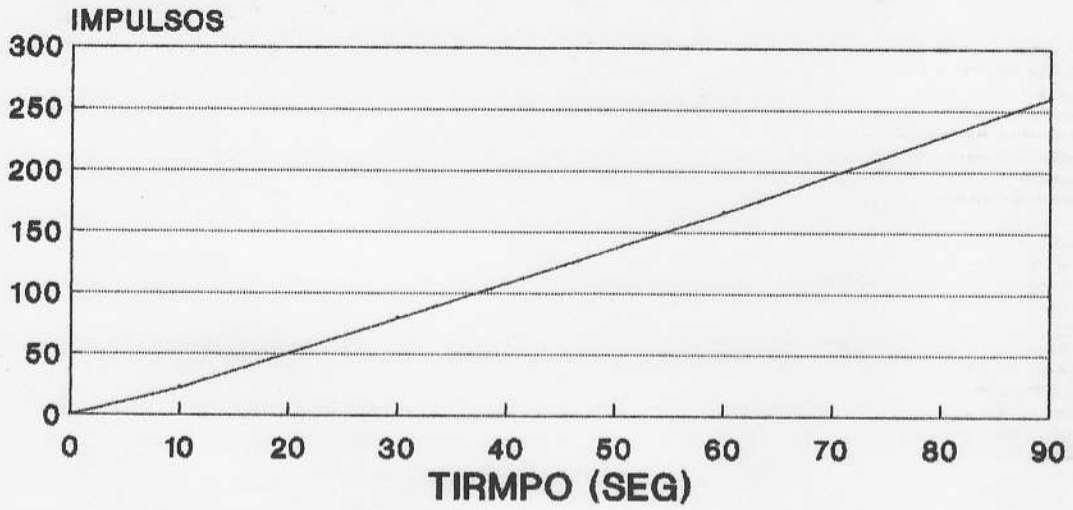
tiempo	impulsos			imp/seg=Valor medio
10 seg	4	8		
30	14	24		
60	41	44		
90	76	53		



Fuente: sodio 22
Distancia al detector:30 cm
Número de mediciones por valor de tiempo: 3
Tiempo variable de medición:10, 30, 60, 90 seg

tiempo	impulsos			imp/seg=Valor medio
10 seg	7	7	5	
30	20	19	13	
60	39	35	27	
90	64	55	52	

VALOR MEDIO DE RADIACION (Z)
ESTRONCIO 90



Fuente: estroncio 90
Distancia al detector:30 cm
Número de mediciones por valor de tiempo: 3
Tiempo variable de medición:10, 30, 60, 90 seg

tiempo	impulsos			imp/seg=Valor medio
10 seg	15	25	26	
30	67	78	92	
60	153	163	181	
90	255	253	273	

Conclusiones.-Luego de medir los valores medios de radiación se ha le llegado a la conclusión que el Am, Co y Na tiene casi el mismo valor de valor medio, mientras que el Sr 90 presenta un mayor número, es decir tiene mayor actividad por lo tanto es el más peligroso

Obtención del valor medio de radiación de la atmósfera (efecto cero de la atmósfera).-

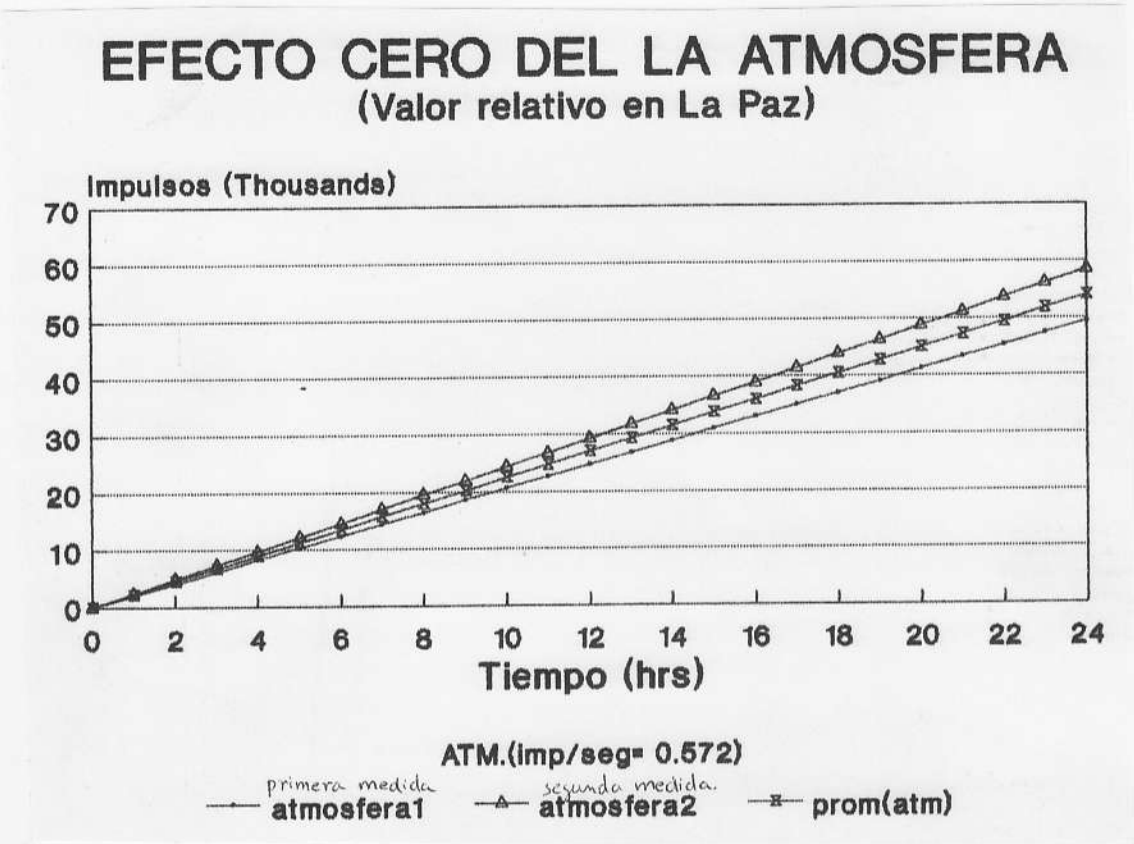
El efecto cero llamado así se debe la radiación cósmica que provienen del espacio y su valor varia de acuerdo a la altura hacia el nivel del mar, ya que la atmósfera absorbe esta radiación.
Es por eso el interés de medir el valor medio del efecto cero en La Paz.

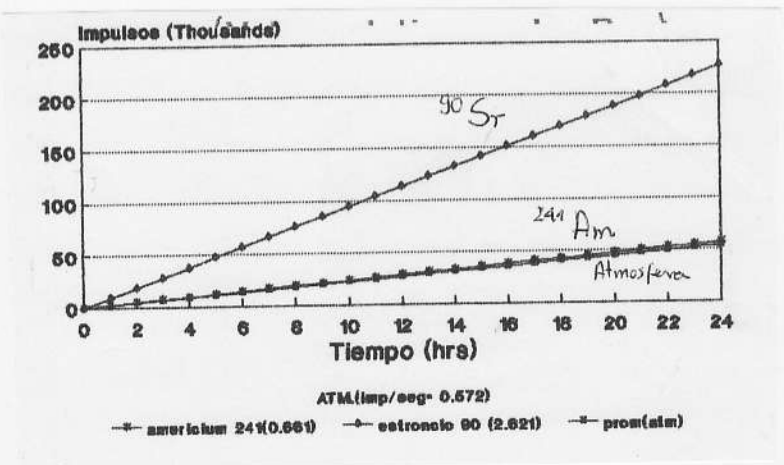
Instrumentos:
-Detector Geiger Mueller
-Contador de impulsos

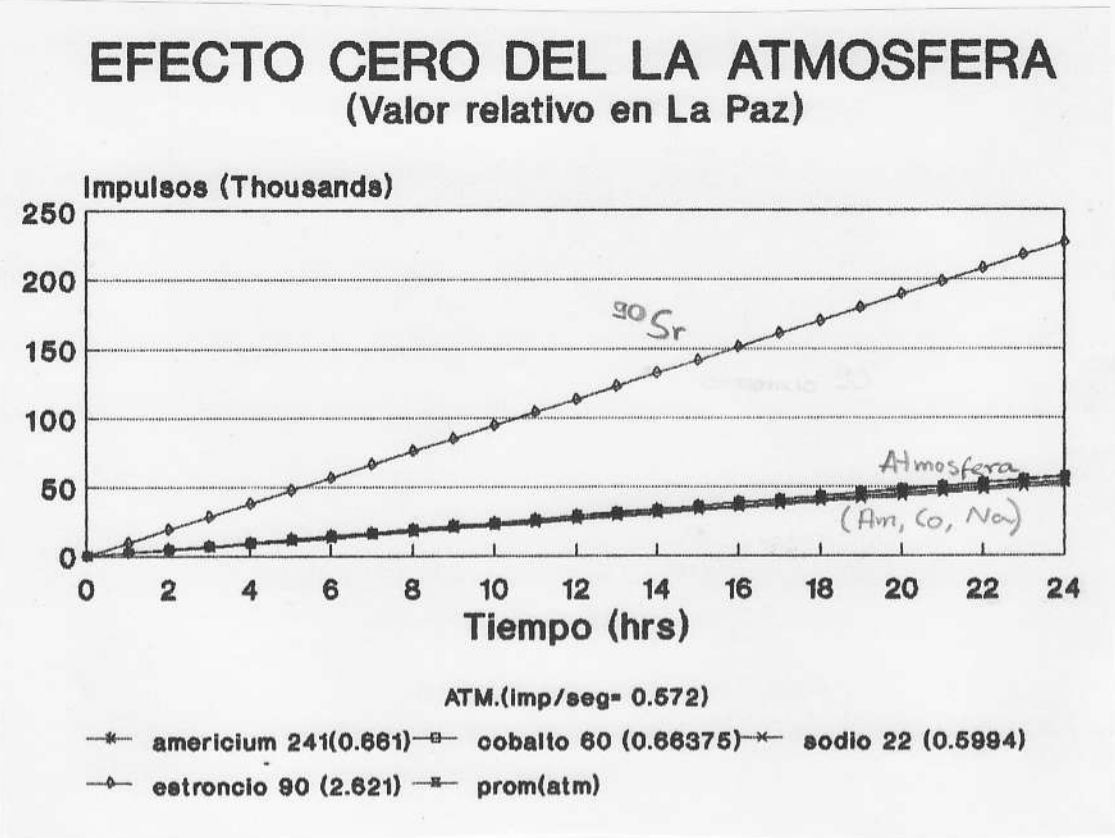
Montaje: Se colocó el detector dentro de la sala y se midió los impulsos captados por este.
Tiempo de medición constante:30 seg
Número de mediciones:8 el primer día, 6 el segundo día

	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio
impulsos	17	16	14	18	17	21			17,16↑
imp/seg	,28	,26	,23	,30	,28	,35			0,572↑

	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio
impulsos	19	26	26	15	17	21	22	17	
imp/seg	,63	,86	,86	,50	,56	,70	,73	,56	0,677







Conclusiones.-
A pesar de que se han medido dos días diferentes se ha obtenido casi el mismo valor.La actividad del efecto cero en la atmósfera en Bolivia es de 0,572 Imp/seg.Los valores de las muestras excepto el estroncio se acercan mucho a este valor.
El efecto cero es muy alto ya que nos encontramos a 3600 m.s.n.m.
La gráfica del efecto cero nos puede mostrar las relaciones entre las muestras radiactivas.O traves se nota la peligrocidad del estroncio 90.

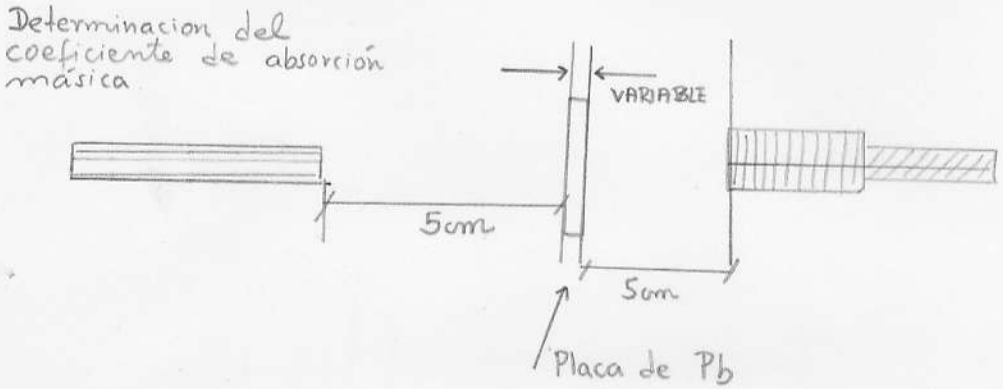
Coeficiente de absorción másica (penetración de la radiación a trabes de blindajes de Pb)

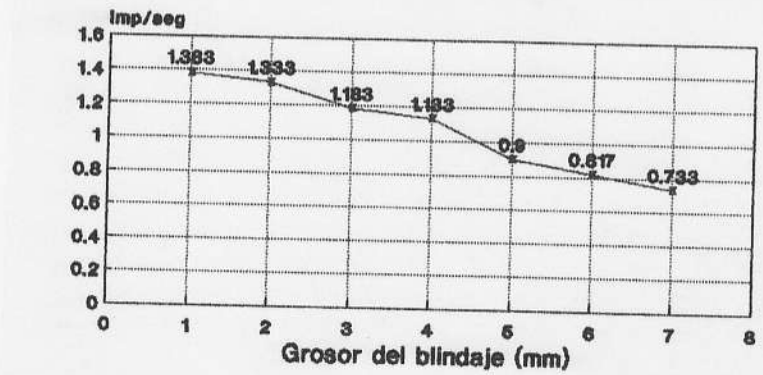
El coeficiente de absorción másica es el coeficiente propio de cada material que indica la capacidad de reducir
(absorber) la actividad de una fuente si esta pasa a traves

del material.
Este material se lo denomina blindaje ya que es un medio donde una cierta cantidad de radiación no pasa a trabes de éste.

Esta capacidad de absorber la radiación esta en relación al material y al grosor de éste.

En el experimento a continuación se a tomado encuentra la variación de espesor que las placas de plomo pueden ofrecer.
Se ha experimentado con una fuente de Co 60 encontrándose la fuente con el blindaje a unos 5 cm y ésta con el detector a 5cm.
El grosor de la placa era varialble y el tiempo de medición fue de 10 seg.





GROSOR DEL BLINDAJE	1	2	3	4	5	6	Prom. $\frac{Imp}{10\ seg}$	Prom $\frac{Imp}{seg}$
1	11	16	16	16	11	13	13,833	1,383
2	15	15	12	11	12	15	13,333	1,333
3	12	9	16	11	13	10	11,833	1,183
4	18	15	9	9	8	9	11,333	1,133
5	9	9	9	8	10	9	9	0,9
6	11	10	7	7	7	7	8,167	0,817
7	11	7	11	3	7	5	7,333	0,733

Imp / 10 seg

Conclusiones.-
Con la gráfica se puede observar que a medida que aumenta el grosor del blindaje disminuye la actividad captada por el detector, es decir a medida que aumenta el grosor aumenta la capacidad de absorción.
Se ha denotado con la siguiente formula:

$$I = I_o\, e^{-\mu x}$$

$e^{-\mu x}$ = coeficiente de absorción másica

I= Actividad del material radiactivo antes de pasar el blindaje

I_o= Actividad del material luego de pasar el blindaje

$$I_o < I$$

μ= Constante de absorción propia de cada elemento

x = Grosor del blindaje

donde la constante de absorción másica se lo expresa como:

$$\mu = -\frac{\ln (I - I_o)}{x}$$

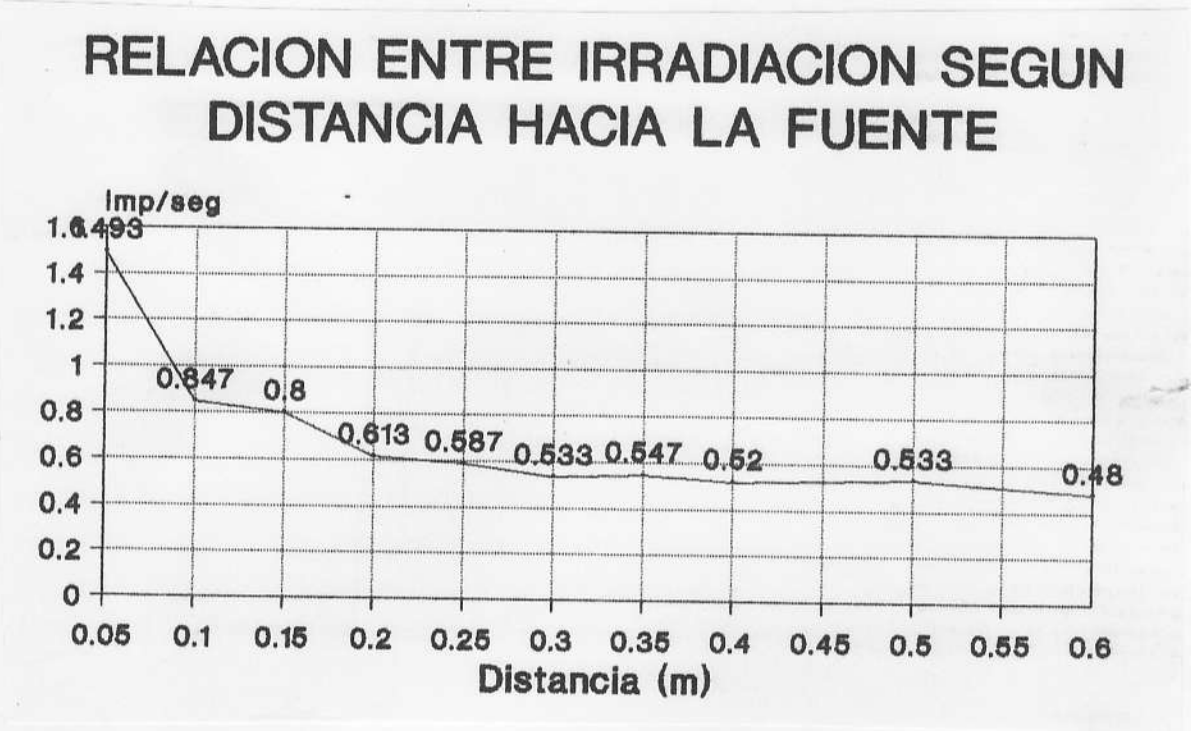
despejado de la anterior formula

Este coeficiente de absorción es muy importante de hallar ya que luego en base a éste se puede determinar un blindaje radiactivo.
Existen tablas donde se denotan esta constantes .

Relación entre irradiación y distancia hacia la fuente.-

Se ha observado que la masa de un cuerpo absorbe una cierta cantidad de radiaciones, obteniendo así un blindaje especifico hacia la radiación.
Del mismo modo el aire brinda una cierta absorción de radiaciones según la distancia de la fuente hacia el detector.
En este caso no se puede hablar de espesor del cuerpo sino de distancia del detector hacia la fuente.

En el experimento a continuación se ha tomado una distancia variable de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 cm.
El tiempo de medida fue constante: 15 seg.
Fuente: Americium 241 Am.



Conclusiones.-Se ha observado que a medida que la fuente se aleja del detector la radiación se pierde en la trayectoria.La radiación es "absorbida" por el medio.
Dicha relalción se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{I_f}{d^2}$$

I= Actividad inicial
If= Actividad en el punto d
d= distancia de la fuente a detector

Mediante este experimento se puede recurrir a que las radiaciones alfa por ser muy pesadas se pierden en unos cuantos metros de su trayectoria, según estudios las radiaciones alfa se pierden en 3m de distancia hacia la fuente radiactiva.

Dosificación y absorción de radiaciones en un cuerpo.-

Se ha observado que cualquier cuerpo absorbe una cantidad de radiación.Esa radiación esta acompañada de energía y esta energía es transferida en el cuerpo.Lo peligroso de la radiaciones es la absorción de demasiada energía en una pequeñisima proporción de masa.Si bien la energía que la radiación ofrece no es la muy superior, pero si se relaciona con la proporción de masa que ha recibido esa energía ahí recién se nota la peligrocidad de la radiación.

Esa absorción de energía en forma de radiaciones en el cuerpo esta medida en Roetegen, Rads, Rem o Sieverts.
Hoy en día se utiliza con más frecuencia los Sieverts y Rem para la medicina nuclear.

Aunque es muy difícil percibir la gravedad de dosificación; ya que los sentidos humanos son incapaces de percibir este fenómeno; existen aparatos llamados dosímetros que miden la gravedad de irradiación en un cuerpo.
Existen los llamados dosímetros basados en la impresión de placas fotográficas (dosimetro de placa).

La dosificación de un cuerpo es más peligrosa si la cantidad de tiempo en que el individuo a estado expuesto es mayor a una cierta cantidad de actividad radiactiva de una fuente.Esta expresada por la siguiente formula:

$$^{o}X = \frac{A \cdot P}{t \cdot d^2}$$

^{o}X= dosis de radiación (medida en Röntgen/h)
A= Actividad de la fuente (medida en Ci)
d= distancia en metros
t= tiempo de exposición (horas)

Como se puede observar la distancia , el tiempo y la actividad de la fuente son las que definen la dosificación en un cuerpo.
Existen tres formas de protegerse de una irradiación :
-Por medio de la distancia a la radiación
-Por medio de un blindaje
-Por medio del tiempo de exposición a la fuente.

La radiación es mortal a partir de los 300 rem y puede ser dañina a partir de los 100 rem.
Si un individuo a experimentado una irradiacion de más de 100 rem este tiene el peligro de sufrir transmutaciones en sus cromosomas o de obtener cancer en el lugar de irradiación.
Los síntomas que se pueden observar luego de una fuerte dosificación son falta de apetito, anemia percistente y a un grado casi mortal los vómitos, donde el individuo puede sufrir parálisis en la médula espinal.

Experimentos con placas fotográficas.-

Se ha determinado que la radiación altera la placas fotográficas.Estas son de gran utilidad debido a que pueden servir de un sexto sentido hacia las radiaciones, al tener una placa fotográfica utilizada como dosímetro (instrumento que sirve para medir el grado de dosificación radioactivo).

La placa fotográfica es impresa con más intensidad mientras mayor sea la radiación expuesta a ellas.
Entonces si se tiene varias placas sobrepuestasm, la radiación se irá frenando a medida que va penetrando de placa a placa.

Se han realizado cinco tipos de experimentos con placas fotográfica aunque no con mucho exito se ha podido extraer algunas conclusiones y observaciones.

Primer experimento.-Se ha puesto 5 placas fotográficas una sobre otra envueltas en cartulina bajo una fuente de radiación de estroncio 90.
Se la ha dejado en exposición durante un minuto y se ha observado lo siguiente:

-Debido a que las placas están sobrepuestas a existido una absorción de la primera placa hacia la segunda, por lo tanto

se ha observado que la primera placa se ha expuesto más que la segunda y la segunda más que la tercera y así sucesivamente.

Haciendo comparaciones entre la primera y la última (5) se observa nítidamente un cambio de color.
La primera placa es más "blanca" que la última.

Así mismo en la placa número 5 (foto 2) se ha encontrado la impresión de un conjunto de rayos beta que forman un circulo completamente perfecto.Se puede observar la perfección del circulo a trabes del microscopio.

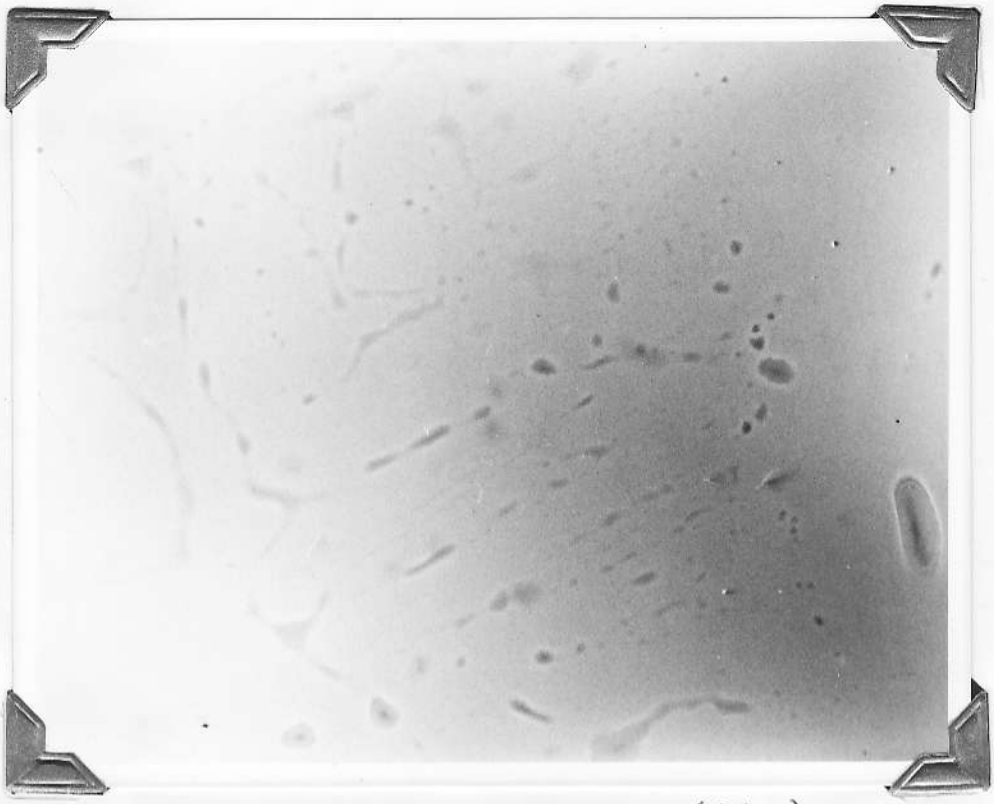
La aparición de una impresión beta en la quinta placa se debe a que el rayo beta pudo pasar las cuatro primeras ,pero no así la quinta impresionando así la placa fotográfica.

Conclusión.-La radiación impresiona las placas fotográficas y de acuerdo a su intensidad de esta radiación la intensidad del revelado es diferente.
Mientras más fuerte es la radiacion más iluminisencia se observa en el revelado de la placa.(fotos 1,2)

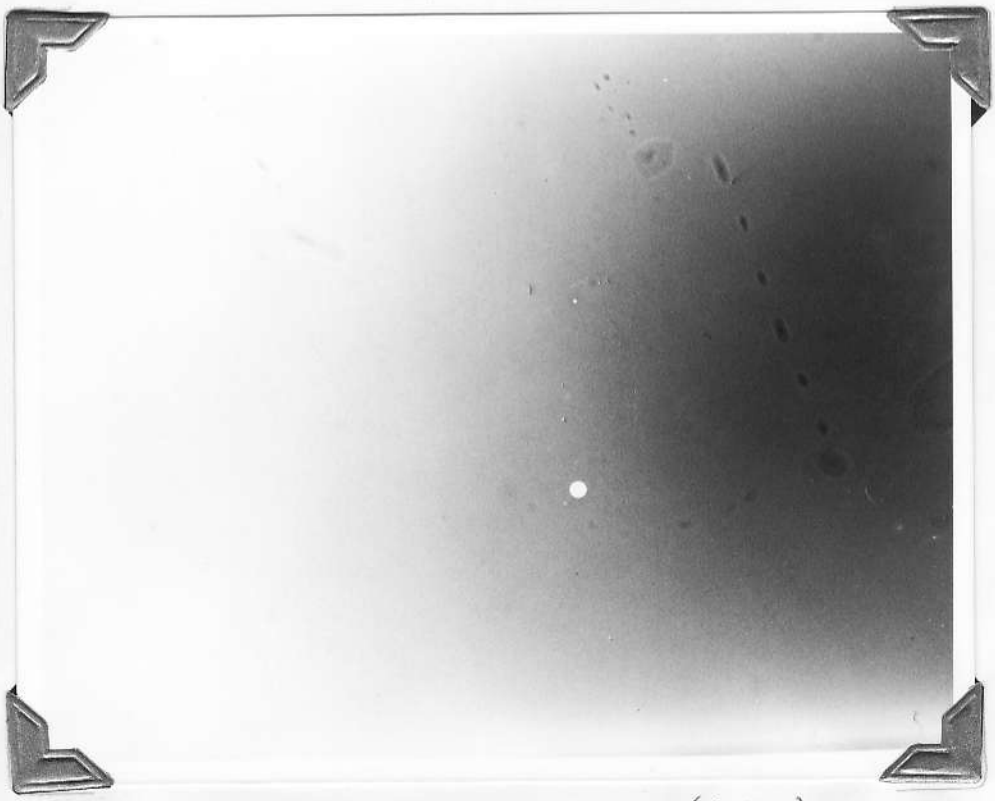
2do experimento.-El segundo experimento consistía en poner sobre tres placas fotográficas sucesivas una malla metálica para poder observar una especie de radiografía sobre la malla.
Debido a la larga exposición de la fuente con las placas, no se pudo obtener lo esperado sin embargo se puede volver a comprobar la degradación de intensidad de luz de la placa fotográfica.(fotos 3,4,5)

3er experimento.-Consistió en poner sobre una placa fotográfica una malla y sobre otra poner una moneda.Se trataba de observar una especie de radiografía de la malla pero no dió resultados debido a la larga exposición de la placa.
Pero aun así se observa con gran claridad la impresión de partículas sobre la placa.Se utilizó una fuente de cobalto (Co 60).(fotos 6,7)

Fuente de experimentación: ^{90}Sr

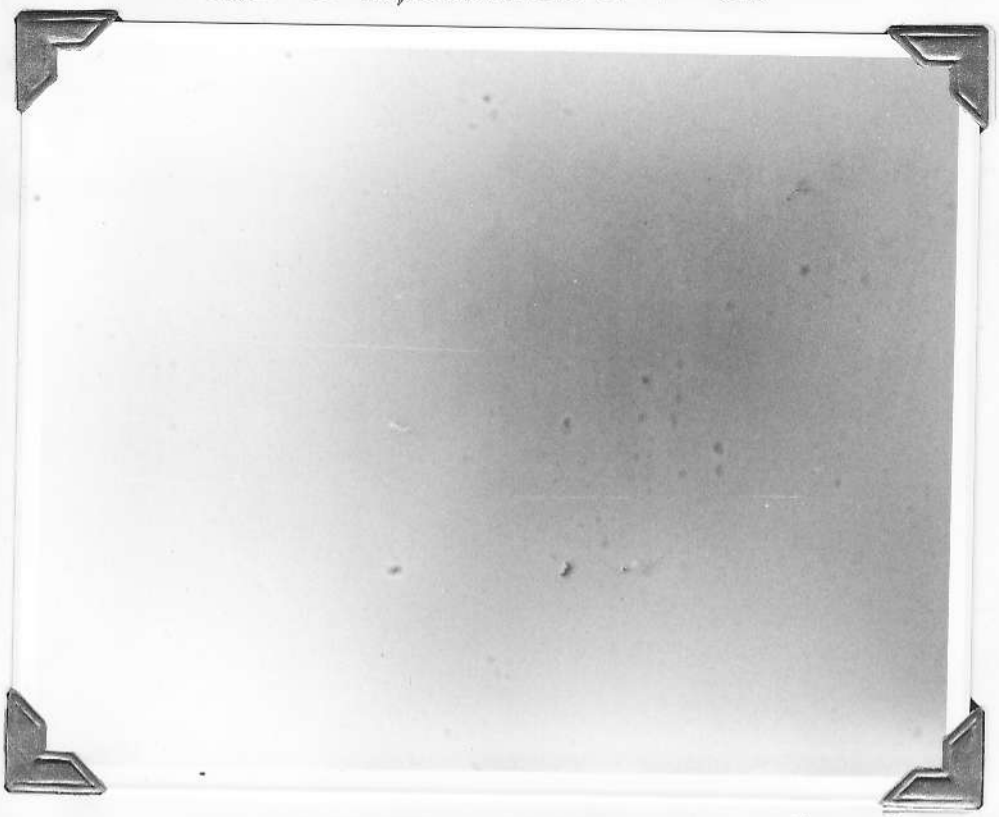


La foto1 (foto 1) tiene mayor luminisencia que la foto 2

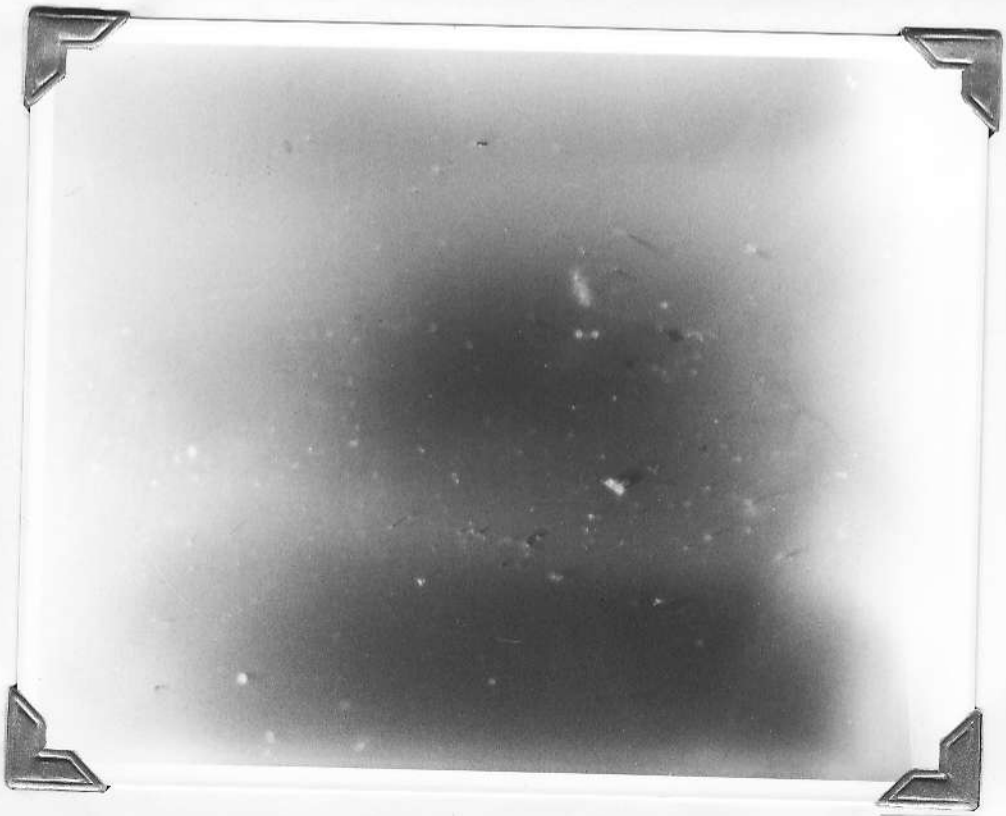


Se puede observar una circunferencia blanca. (foto 2) Se ha determinado un rayo β.

Fuente de experimentación: ^{60}Co

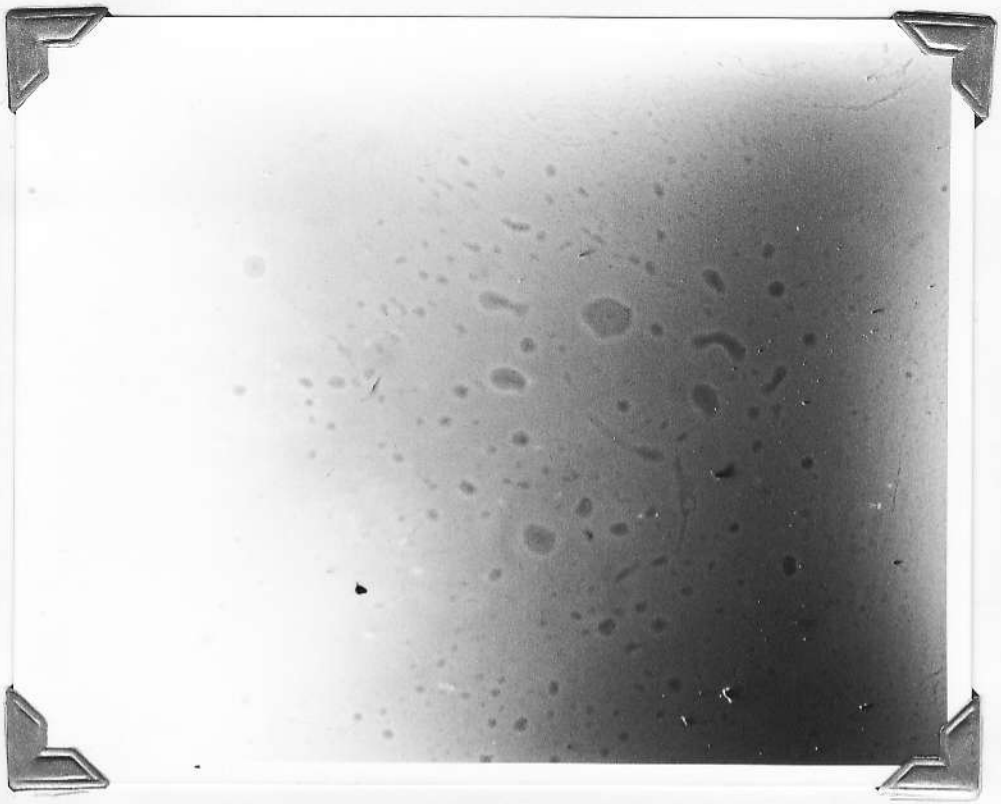


(foto 3)



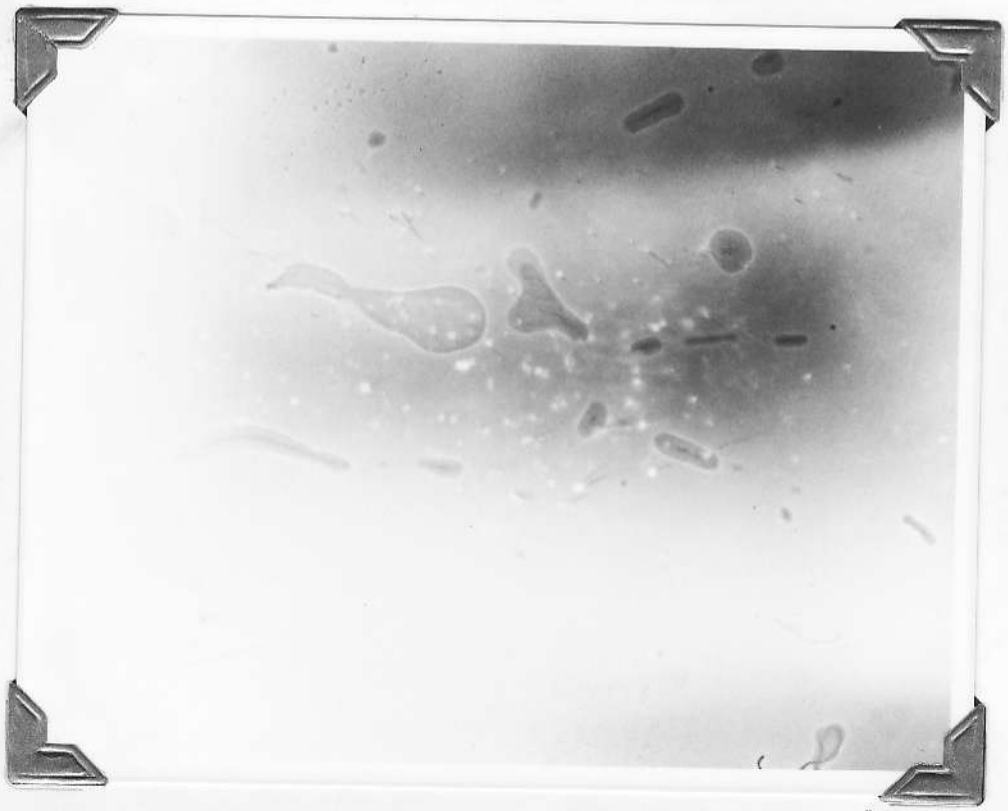
(foto 4)

(Fotos 3, 4, 5) muestran una ~~dosis~~ degradación de luminiscencia. En foto 4 se observan algunas manchas (rayos α)



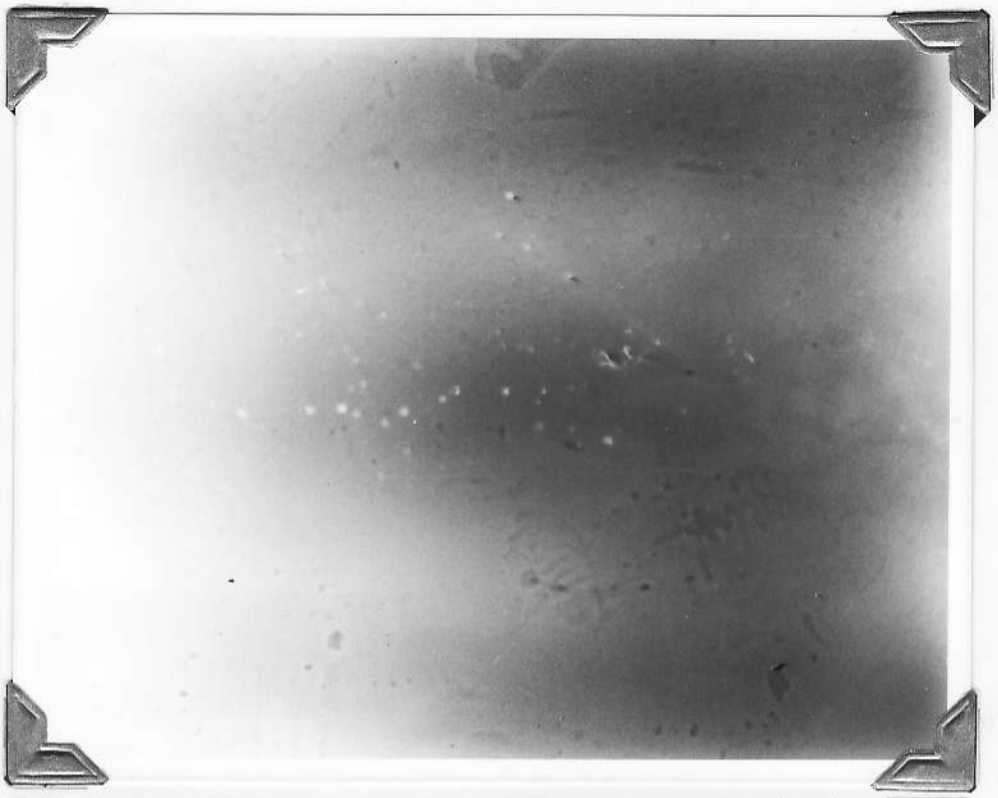
(foto 5)

Fuente de experimentacion: ^{60}Co



(foto 6)

Sobre esta placa se superpuso una malla metálica. Se pueden observar rayos α del ^{60}Co.



(foto 7)

Se puede observar nuevamente unas manchas sobre la placa. Rayos α.

APLICABILIDAD DE LA RADIACTIVIDAD

Mucho se ha hablado de las diversas aplicabilidades que se le han dado a la radiactividad.Entre ellas están las famosas bombas de hidrógeno y la famosa bomba-B.
Aunque son negativas para la humanidad pudieron demostrar que se pueden llegar a obtener grandes cantidades de energía por una s simples reacciones y una relativa pequeña proporción de masa.
No obstante hoy en día la aplicabilidad de ll radiación esta tratando de abrir nuevas fronteras en las industria s y tracción de motores reemplazando así en cierta medida al combustible derivado de petróleo.Entre ellas se puede citar los generadores de energía eléctrica por medio de turbinas que funcionan por los quemadores de Uranio.Otro ejemplo se puede observar en los submarinos propulsados a energía atómica.

Aun así los nuevos estudios han dado una pauta para poder almacenar la energía si que esta se pierda en lo mas mínimo durante el tiempo.Este tipo de almacenaje de energía esta dada por la hipótesis de materia y antimateria, que por medio de un experimento se pudo llegar a la conclusión de almacenar una gran cantidad de energía y luego ser utilizada cuando uno la desease.Esto se debe a que la materia y antimateria en si separadas no componen una aplicabilidad ,pero si estos dos elementos se los "junta" entonces se produce una gran destrucción dando lugar a la emisión de gran energía.

La radiactividad también esta siendo aplicada en la biología debido a que dichas radiaciones transmutan también los cromosomas, dando así al origen de nuevas especies de seres vivos con caracteres mejorados. (Utilizado en la rama de ingeniería genética agrícola).

En la medicina se aplica la radiactividad para las famosas tomografías del cerebro, operaciones sin visturi sino con solo un bombardeo de cobalto. (Bomba de Cobalto).Así también en la destrucción de tumores cancerosos.

En la industria moderna para el rastreo de desagües de ríos subterráneos.
Como se puede ver las aplicabilidades que se han desarrollado son muchas y cada vez se esta llegando mas a una visión subatomica y también a una visión del espacio y estrellas que nos rodean.

Si el hombre logra comprender lo que los atomos deparan en su interior, podrá también comprender lo que las galaxia y el universo nos ofrece.

Conclusiones del trabajo.

Este trabajo ha tratado de enmarcar lo que fue un estudio en el campo de radiactividad.
A pesar de los nûmerosos fracasos, bastante pérdida económica y de tiempo se pudo sacar bastantes conclusiones y se aprendió más de lo que este informe puede mostrar.
Se trató de construir un detector Geiger Mueller, que a pesar que fue difícil conseguir el material Argón (que se consiguió), no brindó frutos. Se construyó una cámara de nieblas, que debido a fallas técnicas no se consiguió lo que se esperaba.
El equipo de gammametría tuvo sus frutos con los experimentos de la placas fotográficas, pero no aun cien por cien.

Agradezco a mis padres por la ayuda económica y moral que me dieron para la realización de este estudio.

Ludger Suarez Burgoa

BIBIBLIOGRAFIA.-

F.Sintos Olives "Física General Aplicada"
Editorial Ramón Sopena S.A. España

Van der Merve "Física General"
Editorial Mc Graw-Hill México

David Halliday - Robert Resnik "Fundamentos de Física"
Editorial CECSA México

Michel Valero "Física Fundamental II"
Editorial Norma Colombia

Joseph A. Babor - José Ibarz Aznarez "Química general Moderna"
Editorial Nacional

AGRADECIMIENTOS POR LA INFORMACION.-

Ing. Nestor Cardenas
Ing. Jorge Moreno
Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL)

Ing. Ismael Wilca
IBTEN (Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear)

Apoyo Económico
Ing. Milton Suarez Montero
Proyecto Aquater (GEOBOL)

GAMMAMETRIA

GAMMAMETRIA